

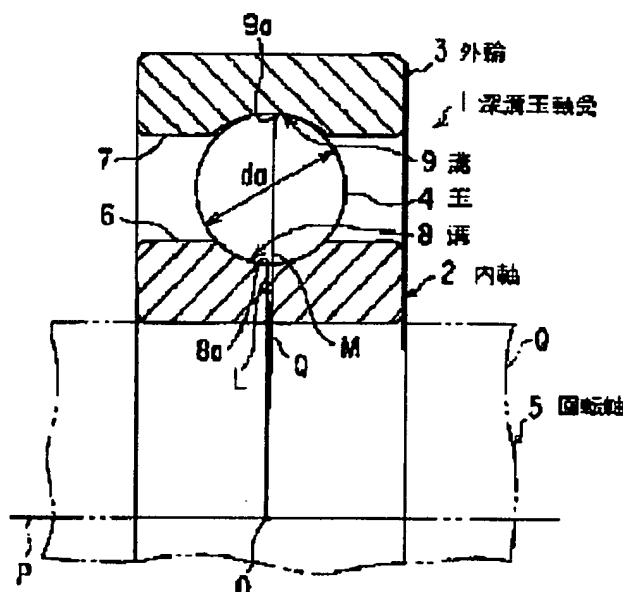
BALL BEARING

Patent number: JP2000074074
Publication date: 2000-03-07
Inventor: MIYAGAWA TAKAYUKI; MOMONO TATSUNOBU;
 NODA MANDA
Applicant: NIPPON SEIKO KK
Classification:
 - International: F16C33/58
 - european:
Application number: JP19980245294 19980831
Priority number(s): JP19980245294 19980831

Report a data error here

Abstract of JP2000074074

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ball bearing capable of restraining torque such as starting torque, dynamic friction torque, etc., and capable of restraining a sudden rise of cost. **SOLUTION:** A deep groove ball bearing 1 as a ball bearing is furnished with an inner ring 2, an outer ring 3 and a ball 4. The inner ring 2 if formed in an annulus ring shape and devised so that an axis of rotation 5 is fixed on an inner peripheral surface. The outer ring 3 is formed in an annulus ring shape having a larger inside diameter than an outside diameter of the inner ring 2. The ball 4 makes contact with an outer peripheral surface of the inner ring 2 and an inner peripheral surface of the outer ring 3 and is provided between the inner ring 2 and the outer ring 3 free to roll. A cross-section circular arc groove 8 is formed along the peripheral direction on the outer peripheral surface 6 of the inner ring 2. A cross-section circular arc groove 9 is formed along the peripheral direction on the inner peripheral surface 7 of the outer ring 3. The groove 9 is formed in a range where its curvature radius exceeds 53% of a diameter d_a of the ball 4 and is less than 65% of it.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-74074

(P2000-74074A)

(43) 公開日 平成12年3月7日(2000.3.7)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 C 33/58

識別記号

F I

F 1 6 C 33/58

テマコード(参考)

3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-245294

(22) 出願日 平成10年8月31日(1998.8.31)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 宮川 貴之

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 桃野 達信

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

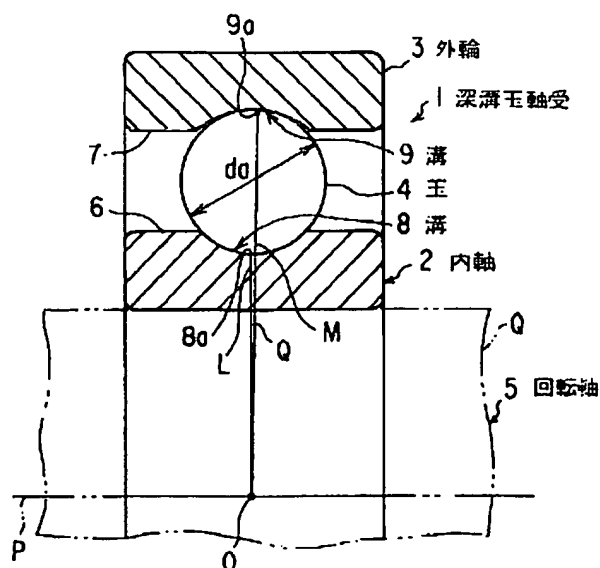
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 玉軸受

(57) 【要約】

【課題】 起動トルクや動摩擦トルクなどのトルクを抑制できるとともに、コストの高騰を抑制できる玉軸受を提供する。

【解決手段】 玉軸受としての深溝玉軸受1は内輪2と外輪3と玉4とを備えている。内輪2は円環状に形成され内周面に回転軸5が固定するようになっている。外輪3は内輪2の外径より大きな内径を有する円環状に形成されている。玉4は内輪2の外周面6と外輪3の内周面7に接しかつ内輪2と外輪3との間に転動自在に設けられている。内輪2の外周面6には周方向に沿って断面円弧状の溝8が形成されている。外輪3の内周面7には周方向に沿って断面円弧状の溝9が形成されている。溝9はその曲率半径が玉4の直径 d_a の53%を超えかつ65%以下の範囲に形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設けられた玉とを備え、前記内輪および外輪の前記玉との接触面それぞれに周方向に沿って断面円弧状の溝を形成した玉軸受において、前記外輪の円弧状の溝を、その曲率半径が前記玉の直径の53%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴とする玉軸受。

【請求項2】内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設けられた玉とを備え、前記内輪および外輪の前記玉との接触面それぞれに周方向に沿って断面円弧状の溝を形成した玉軸受において、前記内輪の円弧状の溝を、その曲率半径が前記玉の直径の52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴とする玉軸受。

【請求項3】内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設けられた玉とを備え、前記内輪および外輪の前記玉との接触面それぞれに周方向に沿って断面円弧状の溝を形成した玉軸受において、前記外輪の円弧状の溝及び内輪の円弧状の溝を、それぞれ、曲率半径が前記玉の直径の52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴とする玉軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子・情報機器などの記憶装置などに用いられる玉軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】電子・情報機器などの磁器ディスク装置などの記憶装置などに用いられるスピンドルモータなどには、比較的小径でかつ小形な深溝玉軸受やアンギュラ玉軸受が用いられる。

【0003】前記深溝玉軸受やアンギュラ玉軸受は、起動トルクや動摩擦トルクなどのトルクを低減するために、潤滑剤として用いるグリースの改良を行ってきたとともに、特開平9-79266号公報及び実開平6-18730号公報などに示されているトルクの低減方法が適用されてきた。

【0004】特開平9-79266号公報に示されたトルクの低減方法は、保持器の内外周面側それぞれにグリースを封入している。このグリースが内外輪の転動体転動溝内に流出して転動体が転動する際の抵抗を抑制することにより、前述したトルクを低減するようになっている。

【0005】一方、実開平6-18730号公報に示されたトルクの低減方法は、樹脂などから形成されかつ油分が染み込んだ固体状の潤滑部材を、軸受の内部に設けている。この潤滑部材から油分を滲出させて前述したト

ギュラ玉軸受などの玉軸受は、内外輪と玉とを互いに組付ける際の組付誤差が大きくなると、内外輪それぞれと玉とが互いに接触することによって生じる楕円形状の接触面が内外輪それぞれの溝の所定の位置からずれることがある。さらに、場合によっては楕円形状の接触面が溝からはみ出してしまうことがある。

【0007】楕円形状の接触面が、溝からはみ出したりすると、内外輪と玉との互いの接触面における面圧が局部的に大きくなる部分が生じて、玉軸受の寿命を低下させたり、摩耗を生じさせることとなる。このため、玉軸受は、前述した接触面が溝からはみ出さないような組付誤差を規定し、内外輪及び玉の製造時の公差を規定している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】電子・情報機器などの記憶装置などに用いられる前述した深溝玉軸受やアンギュラ玉軸受には、記憶装置などで消費される電力を抑制するために、前述したトルクの低減に対する要求が近年ますます強くなってきている。

【0009】潤滑剤として用いるグリースの改良では、このようなトルクの低減に対する要求を満たすことは困難となっている。一方、特開平9-79266号公報及び実開平6-18730号公報などに示された軸受のように、軌道面に侵入する潤滑剤を極力抑制することによって、より一層のトルクの低減を図ることは、潤滑不良を招く恐れがあって、困難となりつつある。

【0010】また、前述した深溝玉軸受やアンギュラ玉軸受は、比較的小径でかつ小形であるため、内外輪と玉との接触面を溝からはみ出させないために、内外輪及び玉の製造時の公差を小さく抑える必要が生じる。このため、電子・情報機器の記憶装置などに用いられる深溝玉軸受及びアンギュラ玉軸受などは、コストが高騰する傾向にあった。

【0011】従って、本発明の目的は、起動トルクや動摩擦トルクなどのトルクを抑制することができるとともに、コストの高騰を抑制することができる玉軸受を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、請求項1に記載された本発明の玉軸受は、内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設けられた玉とを備え、前記内輪および外輪の前記玉との接触面それぞれに周方向に沿って断面円弧状の溝を形成した玉軸受において、前記外輪の円弧状の溝を、その曲率半径が前記玉の直径の53%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴としている。

【0013】請求項2に記載された本発明の玉軸受は、内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設け

た玉軸受において、前記内輪の円弧状の溝を、その曲率半径が前記玉の直径の52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴としている。

【0014】請求項3に記載された本発明の玉軸受は、内輪と外輪とこれら内輪と外輪との間に転動自在に設けられた玉とを備え、前記内輪および外輪の前記玉との接触面それぞれに周方向に沿って断面円弧状の溝を形成した玉軸受において、前記外輪の円弧状の溝及び内輪の円弧状の溝を、それぞれ、曲率半径が前記玉の直径の52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成したことを特徴としている。

【0015】このように、本発明の玉軸受は、内輪の溝と外輪の溝とのうち少なくとも一方の曲率半径を、JIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きくすることによって、トルクの低減を図っている。さらに、前記玉軸受は、内外輪の少なくとも一方の溝の曲率半径を大きくすることによって、内外輪それぞれと玉との接触面の面積を小さくして、これらの接触面が溝からはみ出すことを抑制している。

【0016】一般に、前述した起動トルクや動摩擦トルクなどのトルクは、内外輪それぞれと玉との接触によって生じる楕円形状の接触面の面積に比例することが知られている。この接触面の面積は、内外輪の溝の曲率半径を大きくすることによって小さくなることが知られている。一方、JIS（日本工業規格）では、内輪の溝の曲率半径を玉の直径の52%以下としているとともに、外輪の溝の曲率半径を玉の直径の53%以下としている。

【0017】このため、本発明の玉軸受は、内外輪の溝のうち少なくとも一方の曲率半径をJIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きくして、内外輪と玉との接触面の面積を抑制しているため、トルクの低減を図ることが可能となる。

【0018】また、本発明の玉軸受は、溝の曲率半径を大きくすることによって、内外輪それぞれと玉との接触面の面積を抑制している。このため、これらの接触面が溝からはみ出にくくなる。さらに、前述した接触面の面積を抑制しているため、内外輪及び玉を製造する際の公差を大きくしても接触面が溝からはみ出にくくなる。したがって、内外輪及び玉の公差を大きくとることが可能となって、コストの高騰を抑制することが可能となる。

【0019】さらに、前述した請求項3において、前記外輪の円弧状の溝及び内輪の円弧状の溝を、それぞれ、曲率半径が前記玉の直径の54%以上でかつ56%以下の範囲となるように形成するのが望ましい。この場合、より確実にトルクを抑制できるとともにコストの高騰を抑制することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について図1ないし図4を参照して説明する。玉軸受1は、

どの記憶装置などのスピンドルモータなどに用いられる転がり軸受であって、図1に示すように、内輪2と外輪3と転動体としての玉4とを備えている。

【0021】内輪2は、円環状に形成され、その内周面に図中二点鎖線Qで示す回転軸5が固定するようになり、この回転軸5の軸心P回りに回転軸5と一体に、前記外輪3に対して回転自在となっている。

【0022】外輪3は、内輪2の外径より大きな内径を有する円環状に形成されている。玉4は、球形に形成され、かつ内輪2の外周面6と外輪3の内周面7に接するとともに前記内輪2と外輪3との間に転動自在に設けられている。玉4は、前記内輪2と外輪3と間の相対的な回転を、互いに外輪3及び内輪2に伝えないようにしている。なお、内輪2の外周面6と外輪3の内周面7とは、本明細書に記した接触面をなしている。

【0023】前記内輪2および外輪3のそれぞれの前記外周面6及び前記内周面7には、それぞれ内輪2および外輪3の周方向に沿って断面円弧状の溝8、9が形成されている。前記溝8、9は、それぞれ前記玉4に沿う溝形状となるように形成されている。

【0024】前記内輪2の外周面6に形成された溝8と、外輪3の内周面7に形成された溝9とのうち少なくとも一方は、曲率半径が、JIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きく形成されている。

【0025】外輪3の溝9が、JIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きな曲率半径に形成されている場合には、その曲率半径が玉4の直径daの53%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成されている。

【0026】内輪2の溝8が、JIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きな曲率半径に形成されている場合には、その曲率半径が玉4の直径daの52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成されている。

【0027】また、内外輪2、3の溝8、9が、それぞれJIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きな曲率半径に形成されている場合には、それぞれの曲率半径が玉4の直径daの52%を超えかつ65%以下の範囲となるように形成されている。さらにこの場合、内外輪2、3の溝8、9は、それぞれの曲率半径が、玉4の直径daの54%以上でかつ56%以下の範囲となるように形成されるのが望ましい。

【0028】前述した構成によれば、内外輪2、3の溝8、9のうち少なくとも一方の曲率半径を、JISなどで規定されかつ従来一般的に用いられている玉軸受の溝の曲率半径より大きく形成している。このため、溝8、9における内外輪2、3と玉4との接触面の面積が小さくなる。したがって、玉軸受1の起動トルクや動摩擦トルクが小さくなり、コストの低減が図られる。

率半径を、従来の玉軸受の曲率半径より大きく形成して内外輪2, 3と玉4との接触面の面積を小さくしているため、内外輪2, 3と玉4との接触面が溝8, 9からはみ出にくくなる。このため、玉軸受1の寿命の低下を抑制できるとともに、内外輪2, 3及び玉4を製造する際のそれぞれの公差を大きくとることが可能となる。したがって、玉軸受1のコストの高騰を抑制することが可能となる。

【0030】以下に、本発明の作用を確かめるために検討した、深溝玉軸受1の内外輪2, 3の溝8, 9の曲率半径を変化させた場合の溝8, 9における玉4と内外輪2, 3との楕円形状の接触面の面積と、接触面における面圧と、の変化を図2ないし図7に示す。

【0031】なお、本検討では、深溝玉軸受1としてJIS（日本工業規格）B1513で規定されている深溝玉軸受695を用い、この深溝玉軸受1の組付誤差が0.1度である場合を用いている。なお、この組付誤差は、図1に示すように軸心Pに対し直交しかつ溝8の溝底8aを通る線分Lと、この線分Lと軸心Pとが交わる点Oと溝9の溝底9aとを通る線分Mと、のなす角 θ を示している。

【0032】図2は、内輪2の溝8の曲率半径を玉4の直径daの52%と一定にして、外輪3の溝9の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合を示している。図3は、外輪3の溝9の曲率半径を玉4の直径daの53%と一定にして、内輪2の溝8の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合を示している。図4は、内外輪2, 3それぞれの溝8, 9の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合を示している。

【0033】図2ないし図4中の菱形は内輪2の玉4との接触面における面圧を示し、図2ないし図4中の正方形は外輪3の玉4との接触面における面圧を示している。また、図2ないし図4中の三角形は内輪2の玉4との接触面の面積を示し、図2ないし図4中のバツ印は外輪3の玉4との接触面の面積を示している。

【0034】図2及び図3によれば、内輪2の溝8または外輪3の溝9の曲率半径を一定とした場合、外輪3の溝9または内輪2の溝9の曲率半径を大きくすると、外輪3の溝9または内輪2の溝8における玉4との楕円形状の接触面の面積が小さくなっていくことが明らかとなった。

【0035】また、図4によれば、内外輪2, 3の溝8, 9の曲率半径を大きくすると、溝8, 9における内外輪2, 3と玉4との接触面の面積が小さくなっていくことが明らかとなった。接触面の面積が減少するとトルクが減少するので、内外輪2, 3の溝8, 9のうち少なくとも一方の曲率半径を大きくすることによって、起動

【0036】一方、このように溝8, 9の曲率半径を大きくすると、玉4との接触面の面積が小さくなって、これらの接触面における面圧が大きくなってしまい、軸受1自体の寿命を低下させるなどの影響が生じる。このため、溝8, 9の曲率半径を極度に大きくすることは好ましくない。

【0037】そこで、トルクの減少に対応する接触面の面積の減少量（減少比率）と、寿命の低下に対応する接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を、図5ないし図7に示す。

【0038】図5ないし図7において、接触面の面積の減少量（減少比率）とは、内外輪2, 3の溝8, 9の曲率半径が玉4の直径daの52%であるときの面積を基準とし、この基準に対する各曲率半径における接触面の面積の比を示している。また、図5ないし図7において、接触面における面圧の増加量とは、内外輪2, 3の溝8, 9の曲率半径が玉4の直径daの52%であるときの面圧を基準とし、この基準に対する各曲率半径における面圧の比を示している。

【0039】すなわち、図5ないし図7において、前述した接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差が正である場合は、面圧の増加による寿命の低下などのデメリットより接触面の面積の減少によるトルクの減少などのメリットが大きいかを示している。

【0040】なお、図5は、図2に示した内輪2の溝8の曲率半径を玉4の直径daの52%と一定にして、外輪3の溝9の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合の、前述した接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示している。

【0041】図6は、図3に示した外輪3の溝9の曲率半径を玉4の直径daの53%と一定にして、内輪2の溝8の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合の、前述した接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示している。

【0042】図7は、図4に示した内外輪2, 3それぞれの溝8, 9の曲率半径を玉4の直径daの52%から70%まで変化させた場合の、前述した接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示している。

【0043】また、図5ないし図7中の菱形は、内輪2の玉4との接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示している。図5ないし図7中の正方形は、外輪3の玉4との接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示している。

【0044】図5によれば、外輪3の溝9の曲率半径

囲であれば、前述した内外輪2, 3の玉4との接触面の面積の減少量（減少比率）と接触面における面圧の増加量（増加比率）との差が正であるため、接触面圧の増加量による寿命の低下などのデメリットより、接触面の面積の減少によってトルクが減少するなどのメリットが大きくなることが明らかとなった。

【0045】図6によれば、内輪2の溝8の曲率半径が、玉4の直径 d_a の52%を超えかつ65%以下の範囲であれば、前述した内外輪2, 3の玉4との接触面の面積の減少量（減少比率）と接触面における面圧の増加量（増加比率）との差が正であるかまたは零に近い場合、接触面圧の増加量による寿命の低下などのデメリットより接触面の面積の減少によってトルクが減少するなどのメリットが大きいか、または寿命の低下などのデメリットが非常に小さいことが明らかとなった。

【0046】図7によれば、内外輪2, 3の溝8, 9の曲率半径が、それぞれ玉4の直径 d_a の52%を超えかつ65%以下の範囲であれば、前述した内外輪2, 3の玉4との接触面の面積の減少量（減少比率）と接触面における面圧の増加量（増加比率）との差が正であるかまたは零に近い場合、接触面圧の増加量による寿命の低下などのデメリットより接触面の面積の減少によってトルクが減少するなどのメリットが大きいか、または寿命の低下などのデメリットが非常に小さいことが明らかとなった。

【0047】さらに、図5ないし図7によれば、内外輪2, 3の溝8, 9それぞれの曲率半径が、玉4の直径 d_a の54%以上でかつ56%以下の範囲であれば、接触面圧の増加量による寿命の低下などのデメリットより、接触面の面積の減少によりトルクが減少するなどのメリットが特に大きくなることが明らかとなった。

【0048】このように、深溝玉軸受1の外輪2の溝9の曲率半径を玉4の直径 d_a の53%を超えかつ65%の範囲となるように形成することによって、トルクを抑制することができる。さらに、接触面を溝9からはみ出すことを抑制できるとともに、前述した角度 θ が0.1度などの比較的大きな角度でも良いため、内外輪2, 3及び玉4の製造公差などを大きくすることができ、コストの高騰を抑制することができる。

【0049】また、深溝玉軸受1の内輪3の溝8の曲率半径を玉4の直径 d_a の52%を超えかつ65%の範囲となるように形成することによって、トルクを抑制することができる。さらに、接触面を溝8からはみ出すことを抑制できるとともに、前述した角度 θ が0.1度などの比較的大きな角度でも良いため、内外輪2, 3及び玉4の製造公差などを大きくすることができ、コストの高騰を抑制することができる。

【0050】さらに、深溝玉軸受1の内外輪2, 3の溝

クを抑制することができる。さらに、接触面を溝8, 9からはみ出すことを抑制できるとともに、前述した角度 θ が0.1度などの比較的大きな角度でも良いため、内外輪2, 3及び玉4の製造公差などを大きくすることができ、コストの高騰を抑制することができる。

【0051】また、本発明は、前述した実施形態では深溝玉軸受1に適用した場合について説明したものであるが、深溝玉軸受1に限らず、アンギュラ玉軸受などの他の種類の玉軸受にも適用することができ、内外輪の溝の曲率半径を本発明の範囲で組合せることにより起動トルクや動摩擦トルクなどのトルクを抑制できるとともに低コストな軸受を提供できる。

【0052】

【発明の効果】本発明の玉軸受は、内外輪の溝のうち少なくとも一方の曲率半径をJIS（日本工業規格）で規定されている曲率半径より大きく形成しているため、トルクの低減を図ることが可能となる。

【0053】さらに、本発明の玉軸受は、曲率半径を大きくしているため、内外輪それぞれと玉との接触面を抑制している。このため、これらの接触面が溝からはみ出にくくなるとともに、内外輪及び玉を製造する際の公差を大きくとることが可能となる。したがって、コストの高騰を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の玉軸受としての深溝玉軸受の一部を拡大して示す断面図。

【図2】図1に示した深溝玉軸受において、内輪の溝の曲率半径が一定の場合の外輪の溝の曲率半径の変化に対する内外輪と玉との接触面の面積と面圧の変化を示す図。

【図3】図1に示した深溝玉軸受において、外輪の溝の曲率半径が一定の場合の内輪の溝の曲率半径の変化に対する内外輪と玉との接触面の面積と面圧の変化を示す図。

【図4】図1に示した深溝玉軸受において、内外輪のそれぞれ溝の曲率半径の変化による内外輪と玉との接触面の面積と面圧の変化を示す図。

【図5】図2に示した場合において、内外輪それぞれの玉との接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示す図。

【図6】図3に示した場合において、内外輪それぞれの玉との接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示す図。

【図7】図4に示した場合において、内外輪それぞれの玉との接触面の面積の減少量（減少比率）と、接触面における面圧の増加量（増加比率）との差を示す図。

【符号の説明】

1…深溝玉軸受（玉軸受）

2…外輪

4…玉

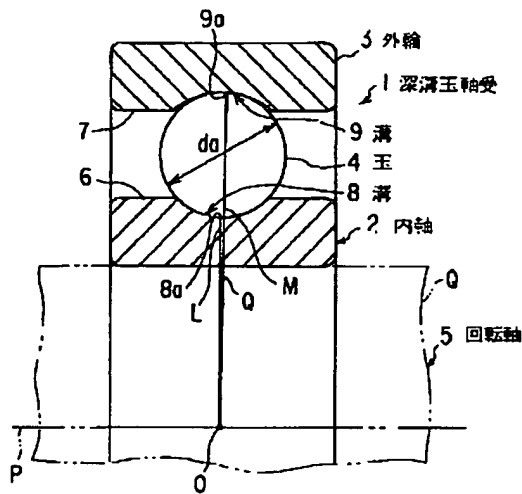
6…内輪の外周面 (接触面)

7…外輪の内周面 (接触面)

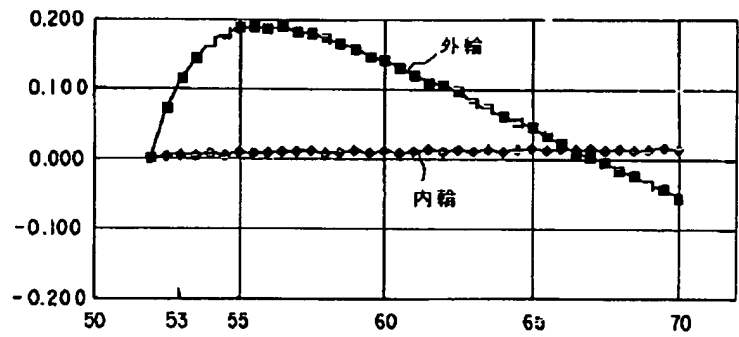
8…溝

9…溝

【図1】



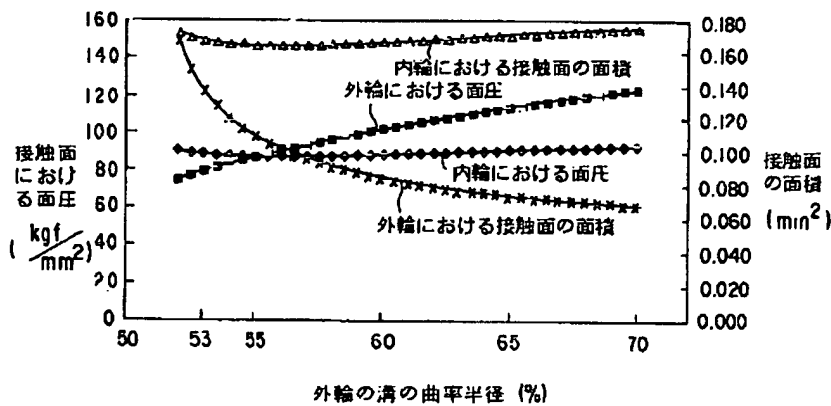
【図5】



外輪の溝の曲率半径 (%)

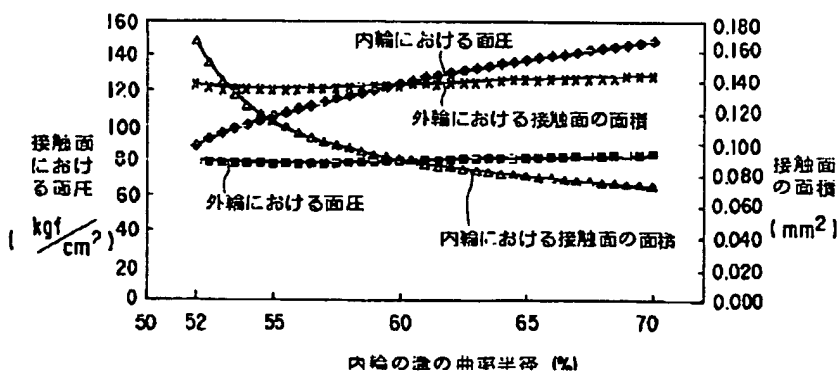
接触面の面積の減少量と面圧の増加量との差

【図2】



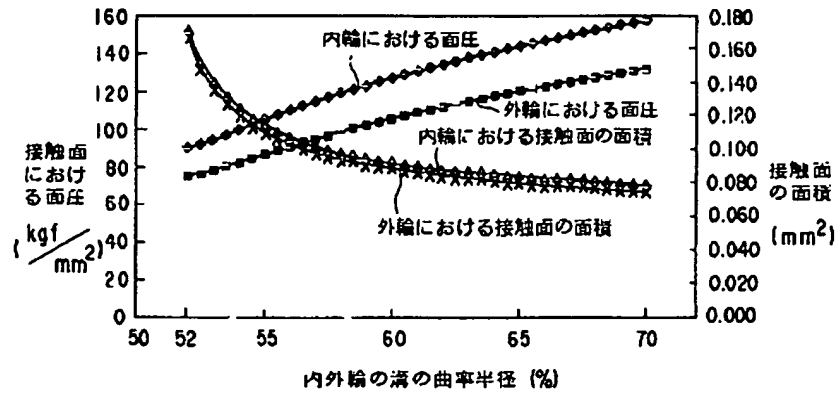
外輪の溝の曲率半径 (%)

【図3】

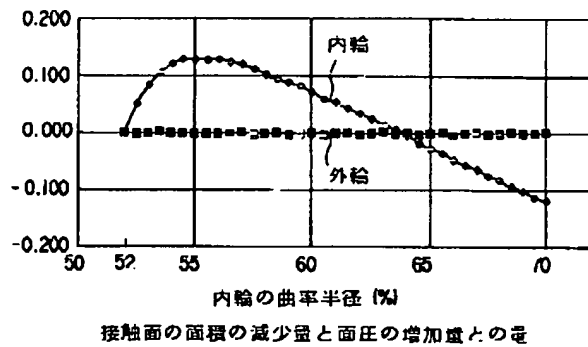


内輪の溝の曲率半径 (%)

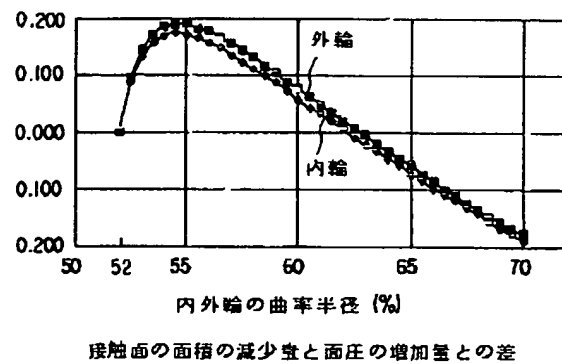
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 野田 万寿
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA42 AA54 AA62 BA53
BA54 BA55 FA41 FA44 GA53

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.